

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-4985

(P 2002-4985A)

(43) 公開日 平成14年1月9日(2002.1.9)

(51) Int. Cl.⁷
F 0 2 N 11/08

識別記号

F I
F 0 2 N 11/08

テーマコード(参考)

F 3G084

N 3G092

V 3G093

F 0 2 D 13/02

F 0 2 D 13/02

H 3G301

J

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 8 頁)

最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-181742(P2000-181742)

(22) 出願日 平成12年6月16日(2000. 6. 16)

(71) 出願人 000006286

三菱自動車工業株式会社

東京都港区芝五丁目33番8号

(72) 発明者 乾 敏男

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(72) 発明者 上田 克則

東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車
工業株式会社内

(74) 代理人 100090022

弁理士 長門 侃二

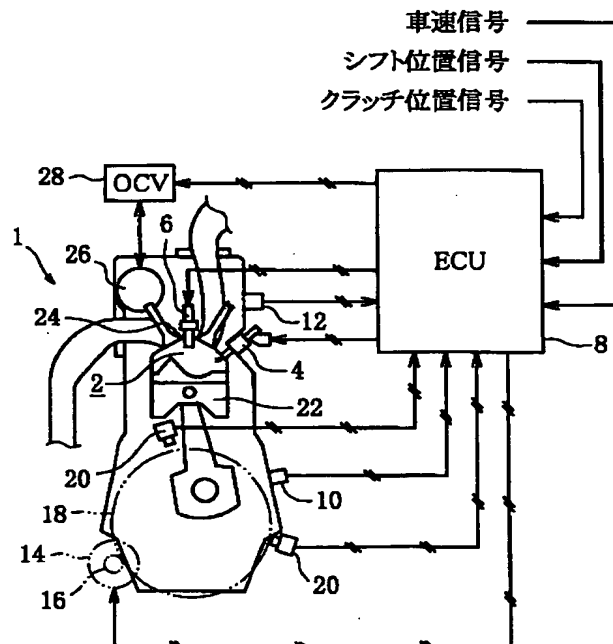
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射型内燃機関の始動装置

(57) 【要約】

【課題】 通常のカランキングなしで筒内噴射型内燃機関の始動を確実なものとする。

【解決手段】 始動装置は、エンジン1の停止時にクランク角センサ10およびカム角センサ12からの信号に基づき膨張行程にある気筒を検出し、その気筒内に燃料噴射弁4から所定の燃料を噴射する。エンジン1を始動させるときは、点火栓6に対して点火を指令して膨張気筒に燃焼を生起させ、その燃焼圧だけで始動を行う。始動装置はこのとき、エンジン1の始動が成功していればスタータ14を非作動とすることができ、一方、始動が不完全であればスタータ14を補助的に作動させて始動を完全にするフェールセーフ機能を有している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃焼室内に直接燃料を噴射可能な筒内噴射型内燃機関において、

前記内燃機関をクランキングさせるための電動機と、
前記内燃機関の運転が停止した状態で膨張行程にある気筒を検出する気筒検出手段と、
前記検出した膨張行程にある気筒内に燃料を噴射する噴射制御手段と、
前記膨張行程にある気筒内に燃焼を生起させて前記内燃機関を始動させる始動手段と、
前記始動手段による前記内燃機関の始動状態に応じて前記電動機の作動を制御する電動機制御手段とを具備したことを特徴とする筒内噴射型内燃機関の始動装置。

【請求項 2】 車両に搭載されて車両を駆動するとともに、燃焼室内に直接燃料を噴射する機能を有した筒内噴射型内燃機関において、
車両の運転状態を検出する運転状態検出手段と、
前記検出した運転状態に基づき所定の停止条件が成立したとき、前記内燃機関を自動的に停止させる自動停止手段と、
前記自動停止手段により前記内燃機関の運転が停止されたとき、膨張行程にある気筒を検出してその気筒内に燃料を噴射する噴射制御手段と、
前記自動停止手段による停止後に前記運転状態に基づき所定の始動条件が成立したとき、前記膨張行程にある気筒内で燃焼を生起させて前記内燃機関を自動的に始動させる始動手段と、
前記内燃機関をクランキングさせるための電動機と、
前記始動手段による前記内燃機関の始動状態に応じて前記電動機の作動を制御する電動機制御手段とを具備したことを特徴とする筒内噴射型内燃機関の始動装置。

【請求項 3】 前記内燃機関の排気弁の開弁時期を可変とする可変バルブタイミング機構と、
少なくとも前記膨張行程にある気筒について排気弁の開弁時期を遅らせるべく前記可変バルブタイミング機構の作動を制御する開弁制御手段とを更に備えたことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の筒内噴射型内燃機関の始動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、筒内噴射型内燃機関を始動させるのに適した始動装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種の筒内噴射型内燃機関の始動に関する技術としては、例えば特開平 11-159374 号公報に記載された内燃機関のスタート方法が挙げられる。この公知のスタート方法は、内燃機関の始動に際して膨張（作業）行程をとっている燃焼室内に燃料を噴射し、その燃焼エネルギーにより内燃機関の始動に必要な動

力を得ようとするものである。具体的には、内燃機関の停止状態で噴射した燃料に点火し、その爆発力だけで始動を行うことによりスタータモータによるクランキングを完全に省略するか、あるいは、スタータモータによるクランキングを 1～3 回転程度行った後に燃料を噴射して点火し、クランキング時間を短縮化して消費電力を低減しようとするものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この種の内燃機関は所定の熱サイクルに従って定常運転が可能であるところ、その運転を停止した状態では、膨張行程にある気筒内の圧力条件は、それ以前の吸気行程および圧縮行程にて行われた一連の吸気仕事および圧縮仕事との関連性を欠いた状態にある。すなわち、内燃機関の運転を停止すると、筒内に充填および圧縮された空気が筒外へ流出し、その筒内圧は低下する。このような状態で膨張行程にある気筒内に燃焼を形成させたとしても、その燃焼から内燃機関の熱サイクルに見合うだけの膨張仕事を得ることは難しい。

【0004】 このため、公知のスタート方法により得られる燃焼圧は、通常の無負荷運転で得られる燃焼圧に比較して小さいものとなり、例えば多気筒型の内燃機関にあっては、他の圧縮行程にある気筒の圧縮圧に打ち勝ってピストンを押し下げることができない場合もある。このような状況にあっては、圧縮行程にある気筒でピストンが上死点を越えることができないため、もはや内燃機関の確実な始動を保証し得るものとはいえない。一方、1～3 回転程度のクランキングを行ってから燃料を噴射するスタート方法では、内燃機関の停止状態からスタータモータによりクランキングを行っている分、依然として省電力化の余地が大きい。

【0005】 そこで本発明は、内燃機関における始動の確実性を担保するとともに、電力の消費をも最小限に抑えることができる筒内噴射型内燃機関の始動装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項 1）は、内燃機関の運転が停止した状態で膨張行程にある気筒を検出し、その気筒内に燃料を噴射して燃焼を生起させることにより内燃機関の始動を行うものであるが、このとき、その始動状態に応じてクランキング用の電動機の作動を制御するものとしている。

【0007】 上述したとおり、内燃機関の停止状態で膨張行程にある気筒内に燃焼を生起させた場合、その燃焼圧だけで完爆させることができる場合もあれば、燃焼圧の不足により始動が不完全となる場合も起こり得る。このため、電動機の制御においては始動状態が成功（完爆）であれば特に電動機を作動させる必要はなく、一方、始動状態が不完全である場合は電動機を作動させ、

クランキングを付け足すことで始動を確実にするものである。なお、本発明の始動装置によるクランキングは、燃焼ガスがピストンを押し下げる力を補助するものであるから、その完全な停止状態からのクランキングに比較して使用電力が極めて小さい。

【0008】また、車両に搭載される筒内噴射型内燃機関の場合、本発明の始動装置（請求項2）は車両の運転状態を検出し、その運転状態に基づき所定の停止条件が成立する場合に自動的に内燃機関の運転を停止する。特に、本発明の始動装置は自動的に運転を停止させたとき、膨張行程にある気筒を検出してその気筒内に燃料を噴射しておく。この後、運転状態に基づき所定の始動条件が成立すると、その膨張行程にある気筒内で燃焼を生起させて内燃機関を自動的に始動させるとともに、その始動状態に応じて電動機の作動を制御する。

【0009】上述のように、内燃機関の運転を自動的に停止した場合に膨張行程にある気筒内に燃料を噴射しておけば、この後、始動条件が成立したときに点火を行うだけで速やかな始動が可能となる。この点火による燃焼圧だけで完爆していれば電動機を作動させる必要がなく、燃焼圧だけでは始動状態が不完全となる場合、電動機を作動させてクランキングを付け足すことより確実な始動が可能となる。

【0010】更に、本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置には、排気弁についての可変バルブタイミング機構およびその開弁制御手段を更に含めることができ（請求項3）、その開弁制御手段は、少なくとも膨張行程にある気筒について排気弁の開弁時期を遅らせるべく制御することができる。この場合、膨張行程にある気筒のピストンが下死点に達するまでの間は排気弁の開弁を抑制することで、燃焼ガスの効率的な膨張仕事が促進される。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態として、車両に搭載される筒内噴射型内燃機関の始動装置について説明する。ただし、本発明が適用される内燃機関の用途は車両用だけに限定されるものではない。図1を参照すると、筒内噴射型の内燃機関であるエンジン1はその筒内、つまり、燃焼室2内に直接燃料を噴射することができる燃料噴射弁4を備えている。またエンジン1は例えば、クランク角でみて180°CA毎に等間隔で爆発する直列4気筒型のレイアウトを有しており、その個々の気筒に燃料噴射弁4および点火栓6が設けられている。

【0012】個々の気筒に対する燃料噴射および点火の時期は電子制御ユニット（ECU）8により電子制御されており、具体的には、上述した燃料噴射弁4および点火栓6は、ECU8から出力される噴射パルス信号または点火信号に基づいて作動される。エンジン1にはクランク角センサ10およびカム角センサ12が取り付けられており、ECU8は噴射および点火時期を適正に判断するため、クランク角センサ10から入力されるクラン

ク角信号を用いて演算処理を行うことができる。またECU8はクランク角信号に加えて、カム角センサ12から入力されるカム角信号を用いて特定の行程にある気筒を判別することができ、例えば、圧縮行程で燃料を噴射する運転モードでは、圧縮行程にある気筒を判別して燃料噴射および点火時期を制御する。

【0013】更にECU8は上述した気筒判別の機能を用いて、例えばエンジン1が運転を停止した時に膨張行程にある気筒を検出することができ、その検出した気筒を記憶しておくことができる（気筒検出手段）。エンジン1にはクランキング用のスタータ（電動機）14が付設されており、例えばこのスタータ14はピニオン16をフライホイール18の外周に形成されたリングギヤに噛み合わせて駆動し、エンジン1をクランキングさせることができる。なお、ピニオン16はリングギヤと常時噛み合うタイプであってもよい。

【0014】また、フライホイール18の外周には、その周方向に等角度幅のバーン（図示しない）が一定角度の間隔で形成されており、これらバーンの角度幅とその取付間隔は等しく（例えば30°）、その半分の角度（例えば15°）だけ互いに位相をずらして2つのピストンポジションセンサ20が配置されている。これらピストンポジションセンサ20は個々のバーンの通過に伴い、オンまたはオフの信号を形成してECU8に入力することができる。

【0015】エンジン1が運転を停止するとき、その直前にECU8はオン／オフ信号の立ち上がりおよび立ち下がりのカウントすることで、各気筒毎にピストン22がクランク角でみてどの位置（°ATDC、°BTDC）に停止したかを検出することができる。なお、本発明の発明者等が行った観測によれば、通常4気筒型のエンジン1では圧縮気筒と膨張気筒との筒内圧のつり合いから、例えば膨張行程にある気筒のピストン22は100°ATDC近傍の位置に停止する頻度が高いという特性が明らかとなっている。

【0016】エンジン1はその他に、例えば排気弁24の開弁時期を変更可変とする可変バルブタイミング機構26を備えている。この可変バルブタイミング機構26は、例えば油圧式アクチュエータを用いてカム軸（何れも図示していない）の位相を変位させ、所定の範囲内で開弁時期を遅角または進角させることができる。可変バルブタイミング機構26の油圧式アクチュエータには、オイルコントロールバルブ28を通じて作動油圧の給排路が接続されており、オイルコントロールバルブ28は油圧式アクチュエータに対する作動油圧の給排方向を切り換えてその遅角方向または進角方向への作動を行わせることができる。また、オイルコントロールバルブ28の具体的な作動は、例えばソレノイドを用いたスプール位置の切り換え制御により実現することができ、ECU8はそのソレノイドに対して制御デューティ率を出力す

ることで、具体的に開弁時期の遅角または進角制御を行う機能を有している。

【0017】またECU8は、車両の運転状態を検出するため各種のセンサ類から情報を収集することができ、例えば、車速センサから入力される車速信号、シフト位置センサから入力されるシフト位置信号、クラッチ位置センサから入力されるクラッチペダルの踏み込みまたは解除を表すクラッチ位置信号等の情報がECU8に入力可能となっている（運転状態検出手段）。

【0018】以上は、本発明の始動装置を車両用のエンジン1に適用した場合の一実施形態であるが、本発明の始動装置は更に、ECU8の制御機能に関してその他の構成を有している。

【0019】

【実施例】以下に具体的な実施例を挙げて、本発明の始動装置を用いたエンジン1の始動について詳細に説明する。また以下の説明を通して、本発明の始動装置に係るその他の具体的な構成もまた明らかとなる。図2は、ECU8が実行すべき始動制御ルーチンのフローチャートを示し、ECU8はこのフローに沿った手順でエンジン1の始動制御を実行する。図2のフローは、エンジン1の運転が停止された後のメイン制御ルーチンとして位置付けられ、そのステップの途中に2つのサブルーチンR1、R2を含む。

【0020】本実施例では、ECU8に自動アイドル停止・始動システムが組み込まれており、ECU8は上述した車両の運転状態に基づいて所定の停止条件および始動条件の成立を判定することができる。例えば、車速が0で、シフト位置がニュートラルにあり、かつ、クラッチペダルの踏み込みが解除されている場合、ECU8は停止条件の成立と判定する。ECU8は停止条件が成立したとき、燃料噴射および点火を停止してエンジン1を自動的に停止させる。なお、検出すべきパラメータを追加変更し、これらを停止条件の判定に用いることも可能である。

【0021】ECU8は更に、エンジン1の運転を停止するとき上述した可変バルブタイミング機構26を作動させて排気弁24の開弁時期を遅角側にセットしておく（開弁制御手段）。なお、油圧式アクチュエータが確実に作動できる場合はエンジン1の停止後に行ってもよい。このようなエンジン1の自動停止が行われた場合、または、運転者がイグニションスイッチをオフにした場合、ECU8は図2の始動制御ルーチンの実行を開始する。

【0022】まず、ECU8はステップS1においてエンジン1の回転速度が所定値 N_{e0} （例えば30rpm, min^{-1} ）以下となったか否かを判定し、この判定が成立する場合（Yes）はエンジン1が停止したものとみなしてステップS2に進む。ステップS2では、ECU8は所定の停止後タイマがカウントを停止（=0）している

か否かを判断し、停止している場合はステップS3に進んで停止後タイマの作動を開始する。なお、この停止後タイマおよび後述する各種のタイマは、例えばECU8内に組み込むことができ、その起動とともに経過時間をカウントすることができる。

【0023】次のステップS4では、ECU8は所定の噴射後タイマがカウントを停止（=0）しているか否かを判断する。エンジン1の運転を停止した後は、この噴射後タイマは未だ作動していないため、ECU8は次のステップS5に進んで始動条件の成立を判断する。この始動条件としては、上述した自動停止を行った後の自動始動条件や、イグニションスイッチのオン信号の入力が想定される。なお、自動アイドル停止・始動制御の場合の始動条件は、例えばシフト位置がニュートラルにあることを前提として、この状態でクラッチペダルが踏み込まれた場合に成立する。

【0024】この時点で始動条件の成立が判定される場合（Yes）、エンジン1を早急に始動させる必要があると考えられることから、ECU8はサブルーチンR1を迂回してステップS11に進み、直ちにスタータ14を作動させてクランキングを開始する。これはエンジン1の停止後に素早い始動要求を満足するためである。これに対し、ステップS5で早急な始動条件が成立していなければ（No）、停止後処理のためのサブルーチンR1に進む。

【0025】図3は、上述したサブルーチンR1、R2の詳細を示している。ECU8は、メインルーチンのステップS5からサブルーチンR1に進むと、ステップS6でエンジン1の停止後から所定時間が経過したか否かを判断する。この判断は上述した停止後タイマのカウントから行うことができ、所定時間が経過していなければ（No）ECU8はメインルーチンをリターンして、その経過までの間は上記の処理（ステップS1～S6）を繰り返す。なお、停止後タイマは既に作動しているため、繰り返しの場合はステップS3を迂回する。

【0026】ステップS6にて所定時間の経過が認められると（Yes）、ECU8はステップS7に進んで膨張行程で停止している気筒に対して燃料噴射を指令し、そして、ステップS8で噴射後タイマの作動を開始する。なお、この時点で既にECU8は膨張行程にある気筒を検出しているため、その気筒に対応する燃料噴射弁4に噴射信号を供給して実際に燃料を噴射する（噴射制御手段）。より好ましくは、ECU8は検出したピストン位置から筒内の空気量を正確に求め、その噴射すべき燃料を適切に調量することができる。

【0027】次のステップS9では、ECU8は点火後に所定時間が経過したか否かを判断するが、この時点では未だ点火を行っていないため（No）、そのままメインルーチンをリターンする。この後、ECU8がメインルーチンに戻ると、噴射タイマが既に作動しているため

ステップS4からステップS12に進む。ステップS12では再度、始動条件が成立しているか否かを判断し、始動条件が成立するまで上記のステップS1～ステップS12（S1、S2、S4、S12）までのループを単に繰り返す。

【0028】この後、始動条件が成立してはじめて、ECU8は始動処理のためのサブルーチンR2に進む。サブルーチンR2では、ECU8はステップS13で燃料の噴射後に所定時間が経過したか否かを判断する。この所定時間は例えば、燃料の噴射後、その気化を確実にするのための所要時間として設定することができる。この所定時間が経過していない場合（No）、ECU8はサブルーチンR2を終了してメインルーチンのステップS11に進み、スタータ14によるクランキングを行う。このようなステップS13での判断は、燃料の気化時間を見込んで失火を未然に防止するためのものである。

【0029】ステップS13で所定時間が経過していると認められる場合（Yes）はステップS14に進み、点火が行われたか否かを点火後タイマのカウント値から判断する。この時点ではカウント値＝0であって点火前と判断できるから、ECU8はステップS15に進んで点火を指令する。この指令は、既に燃料を噴射した膨張行程にある気筒に対してなされ、具体的には点火栓6に対して点火信号が出力される。なお、運転の停止により筒内圧が低下していることを考慮すれば、このとき着火に十分な熱エネルギーを確保するため多重点火を行うことが好ましい。

【0030】次に、ECU8はステップS16で点火後タイマの作動を開始し、ステップS9に進んで点火後に所定時間が経過したか否かを判断する。この所定時間が経過するまでは（No）、ECU8はメインルーチンをリターンして再度ステップS12からサブルーチンR2に入り、ステップS15、S16を迂回してステップS9の判断を繰り返す（ステップS14＝No）。

【0031】点火後に所定時間が経過したと判断すると、ECU8はステップS10でエンジン回転速度が所定値Nesを超えているか否かを判断する。この所定値Nesは、例えばエンジン1の始動が成功したか否かを判定するための閾値として設定されており、ECU8はエンジン1の回転速度がこの所定値Nesを超えていれば始動状態が成功であるものとして判定し、一方、所定値Nes以下であれば始動状態が不完全であるものとして判定することができる。

【0032】なお、図2のフローチャートには明示されていないが、ECU8はステップS15で点火後にピストン22が動き出すと、そのとき圧縮行程にある気筒についても噴射を指令し、更にその上死点で点火を指令する。これにより、エンジン1の停止時に圧縮行程にあった気筒で完爆が起り、通常のクランキングを行うことなくエンジン1が始動する。

【0033】始動状態を判定した結果、不完全であった場合（No）はサブルーチンR2を終了してメインルーチンに戻り、ECU8はステップS11に進んでスタータ14を作動させる。これに対し、判定結果が成功であった場合（Yes）、ECU8はメインルーチンをリターンするのでスタータ14は作動されない。上記の何れの場合にあっても、エンジン1が始動して回転速度が所定値Nesを超えたときは、ECU8はメインルーチンのステップS1からステップS17に移行して上述した各種のタイマをそれぞれリセットし、始動制御ルーチンの実行を終了する。

【0034】上述した始動制御ルーチンを実行することにより、ECU8はエンジン1の始動を行うときは膨張行程にある気筒内に燃焼を生起させてエンジン1を始動させる（始動手段）。このとき、ECU8はステップS11での判定結果、つまり、エンジン1の始動状態に応じてスタータ14の作動を制御する（電動機制御手段）。

【0035】従って、本実施例の始動装置によれば、膨張行程にある気筒内の燃焼圧だけで始動に成功した場合、スタータ14を作動させることなくエンジン1の始動が行われる。一方、気筒内の燃焼圧だけでは始動が不完全となった場合、スタータ14によるクランキングを例えば補助的に付加することができ、最小限の使用電力だけでエンジン1の始動が可能となる。この補助は、例えば圧縮行程にある気筒が上死点を超える程度に行うだけで足り、通常の停止状態で行うクランキングのような過大なトルクを要しない。なお、一実施例ではエンジン回転速度から始動状態を判断しているが、その他の検出パラメータを用いて判断するものであってもよい。

【0036】また上述のように、予め排気弁24の開弁時期を遅角側にセットしておけば、膨張行程でピストン22が押し下げられている間は排気弁24を開弁しておくことができ、その膨張行程中での燃焼圧の急な低下が防止される。これにより、燃焼ガスの効率的な膨張仕事を促進して、燃焼圧だけによる始動の成功に寄与することができる。

【0037】上述の実施例ではアイドルストップ車両を用いているが、自動的にエンジンを停止・始動させる車両（例えばハイブリッド車両）であってもよい。また、車両の自動アイドル停止・始動制御システムの作動を合わせて説明しているが、本発明の始動装置は車両用のエンジン1に関して、このような制御システムとの協調を必ずしも要しない。従って、例えば車両の運転者がエンジン1を停止させた後に再始動させる場合は上述した始動制御ルーチンを単独で実行し、エンジン1の始動を行うことができる。

【0038】本発明の実施形態は一例として挙げたエンジン1に限られず、その他のシリンダレイアウトを有していてもよいし、単気筒型であってもよい。また本発明

の実施形態に関し、その他の好ましい態様で具体的な部材や部品の構成を適宜に置き換え可能であることはいうまでもない。

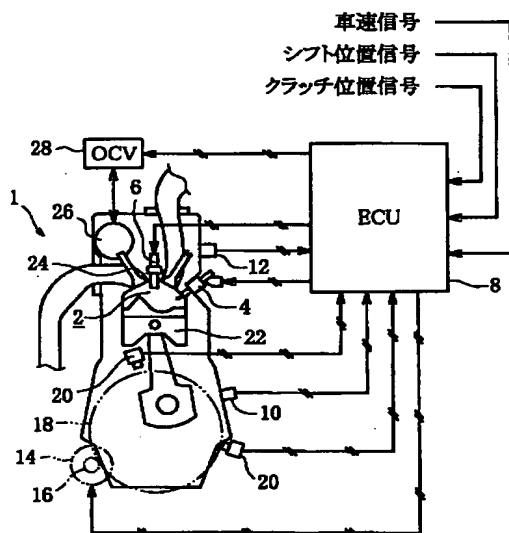
【0039】

【発明の効果】本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項1）は、短時間で内燃機関の始動を確実にものとする。また、始動フェールセーフのためだけに電動機を使用していることで、大幅な省電力が可能となる。また、本発明の筒内噴射型内燃機関の始動装置（請求項2）は、始動の迅速性や確実性を保証することから車両に搭載される内燃機関の自動停止・始動制御と好適に協調することができ、その燃費低減の目的達成にも大きく貢献する。

【0040】更に、本発明の始動装置が開弁制御に関する構成を含むものであれば（請求項3）、その働きにより内燃機関の始動を合理的に補助することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】本発明の始動装置に関する一実施形態を表す概略的な構成図である。

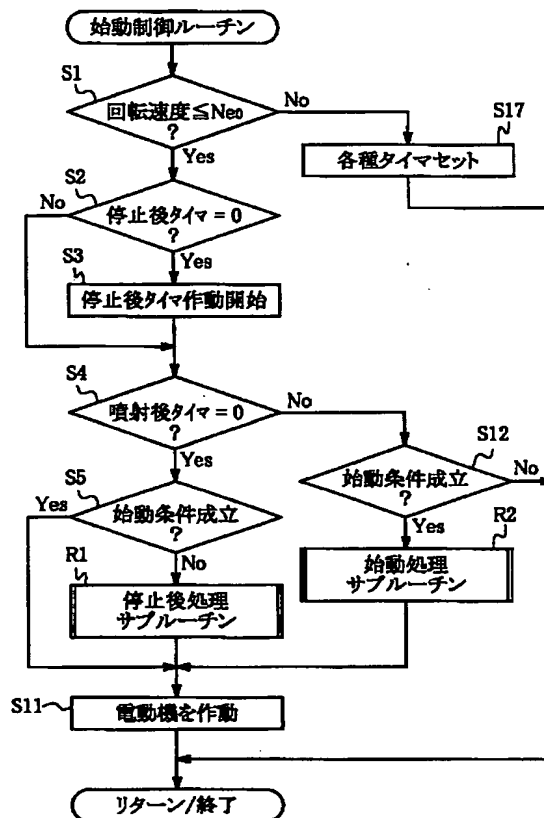
【図2】本発明の始動装置により一実施例として実行される始動制御ルーチンのフローチャートである。

【図3】図2のフローチャート中、サブルーチンの内容を具体的に示したフローチャートである。

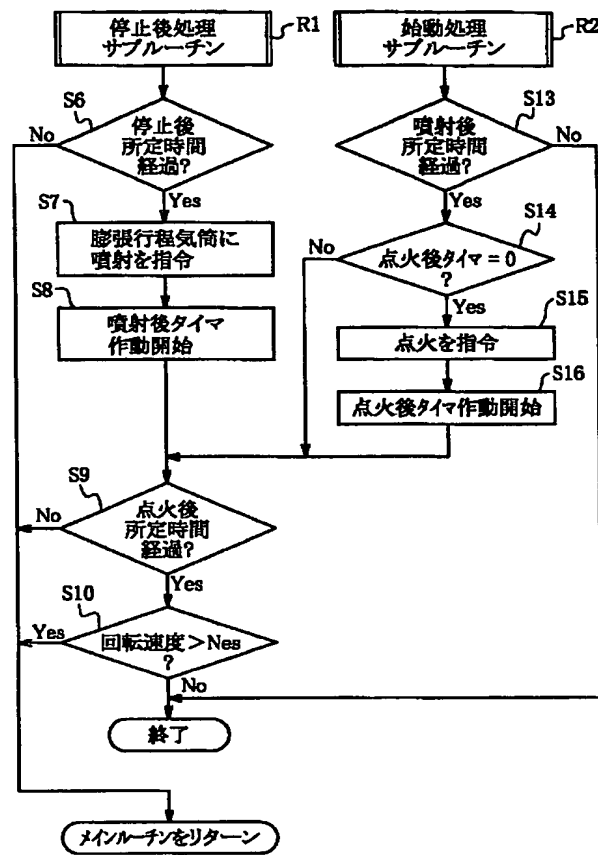
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 2 燃焼室
- 4 燃料噴射弁
- 6 点火栓
- 8 電子制御ユニット（ECU）
- 10 クランク角センサ
- 12 カム角センサ
- 14 スタータ（電動機）
- 24 排気弁
- 26 可変バルブタイミング機構

【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
F 0 2 D 17/00		F 0 2 D 17/00	Q
29/02	3 2 1	29/02	3 2 1 A
41/06	3 8 5	41/06	3 8 5 Z
41/38		41/38	D
41/40		41/40	F
43/00	3 0 1	43/00	3 0 1 J
			3 0 1 V
			3 0 1 Z
			3 0 1 A
45/00	3 1 0	45/00	3 1 0 B
	3 6 0		3 6 0 Z
	3 6 2		3 6 2 E
F 0 2 N 15/00		F 0 2 N 15/00	E

F ターム(参考) 3G084 BA15 BA17 BA23 BA28 CA01
CA07 DA09 EA07 EA11 EB11
EC01 FA00 FA05 FA06 FA33
FA38 FA39
3G092 AA01 AA06 AC03 BA08 BB01
DA02 DA09 DE03S DF04
DF09 DG05 EA04 EA09 EA11
EA17 FA24 FA31 GA01 HA13Z
HB01X HC08X HE03Z HE05Z
HF05X HF12Z HF15Z HF19Z
HF21Z
3G093 AA01 AA07 AB00 BA19 BA21
BA22 CA00 CA01 CB01 DA00
DA01 DB01 DB05 DB06 DB10
DB11 DB23 EA03 EA05 EA15
EB00
3G301 HA04 JA00 JA02 KA01 KA28
KB00 LA07 LB04 MA18 NA08
PE00A PE03A PE05A PE09A
PE10A PF01A PF06A PF07A

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-004985

(43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl.

F02N 11/08
 F02D 13/02
 F02D 17/00
 F02D 29/02
 F02D 41/06
 F02D 41/38
 F02D 41/40
 F02D 43/00
 F02D 45/00
 F02N 15/00

(21)Application number : 2000-181742

(71)Applicant : MITSUBISHI MOTORS CORP

(22)Date of filing : 16.06.2000

(72)Inventor : INUI TOSHIO

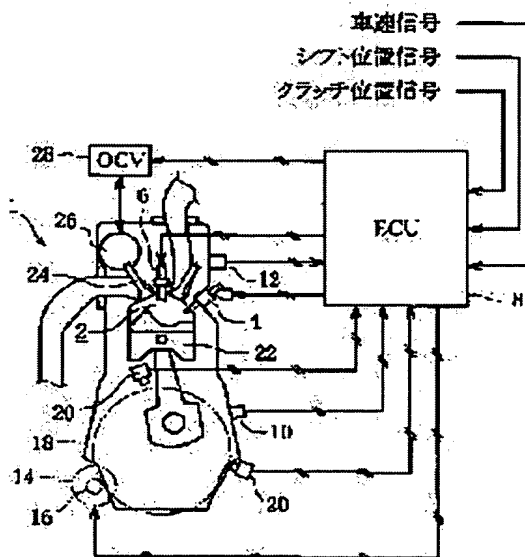
UEDA KATSUNORI

(54) STARTING DEVICE OF CYLINDER INJECTION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To certainly start a cylinder injection type internal combustion engine without usual cranking.

SOLUTION: This starting device detects a cylinder in an expanding process based on signals from a crank angle sensor 10 and a cam angle sensor 12 in stopping an engine 1, and injects a predetermined fuel from a fuel injection valve 4 into the cylinder. For starting the engine 1, ignition is commanded to a spark plug 6 to cause combustion in the expanded cylinder, and the starting is performed only by the combustion pressure. The starting device has a failsafe function of completing the starting by preventing operation of a starter 14 when the starting of the engine 1 is successful or auxiliarily operating the starter 14 when the starting is incomplete.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An injection mold internal combustion engine in a cylinder which can inject a direct fuel to a combustion chamber characterized by providing the following A motor for carrying out cranking of said internal combustion engine A gas column detection means to detect a gas column which is in an expansion stroke after operation of said internal combustion engine has stopped An injection control means which injects a fuel in a gas column in said detected expansion stroke A starting means to make combustion occur and to start said internal combustion engine in a gas column in said expansion stroke, and a motor control means which controls actuation of said motor according to a starting condition of said internal combustion engine by said starting means

[Claim 2] An injection mold internal combustion engine in a cylinder with a function which injects a direct fuel to a combustion chamber while being carried in vehicles characterized by providing the following and driving vehicles An operational status detection means to detect operational status of vehicles An automatic-stay means to stop said internal combustion engine automatically when a predetermined condition precedent is satisfied based on said detected operational status An injection control means which detects a gas column in an expansion stroke and injects a fuel in the gas column when operation of said internal combustion engine is suspended by said automatic-stay means A starting means to make combustion occur within a gas column in said expansion stroke, and to start said internal combustion engine automatically when predetermined starting conditions are satisfied based on said operational status after a halt by said automatic-stay means, a motor for carrying out cranking of said internal combustion engine, and a motor control means that controls actuation of said motor according to a starting condition of said internal combustion engine by said starting means

[Claim 3] Starting system of an injection mold internal combustion engine in a cylinder according to claim 1 or 2 characterized by having further an adjustable valve timing device which makes adjustable a valve-opening stage of said internal combustion engine's exhaust valve, and a valve-opening control means which controls actuation of said adjustable valve timing device in order to delay a valve-opening stage of an exhaust valve about a gas column which is in said expansion stroke at least.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the starting system suitable for starting the injection mold internal combustion engine in a cylinder.

[0002]

[Description of the Prior Art] As technology about starting of this kind of injection mold internal combustion engine in a cylinder, an internal combustion engine's start method indicated by JP, 11-159374, A, for example is mentioned. This well-known start method tends to inject a fuel to the combustion chamber which has taken the expansion (activity) stroke on the occasion of an internal combustion engine's starting, and tends to obtain power required for an internal combustion engine's starting by that combustion energy. The fuel injected by an internal combustion engine's idle state specifically tends to be lit, and by starting only by the explosive power, cranking by the starter motor is omitted completely, or a 1-3 rotation grade, after carrying out, a fuel tends to be injected and tends to be lit, cranking time amount tends to be shortened, and it is going to reduce power consumption for cranking by the starter motor.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, after this kind of internal combustion engine has suspended that operation according to a predetermined heat cycle the place in which steady operation is possible, the flow and pressure requirement in the gas column in an expansion stroke is in the condition of having lacked relevance with a series of inhalation-of-air work and work of compression which were performed in the intake stroke and compression stroke before it. That is, if operation of an internal combustion engine is suspended, into a cylinder, the air filled up with and compressed will flow out out of a cylinder, and the cylinder internal pressure will fall. Even if it makes combustion form in the gas column which is in an expansion stroke in such the condition, it is difficult to get the expansion work corresponding to an internal combustion engine's heat cycle from the combustion.

[0004] For this reason, if the combustion pressure obtained by the well-known start method becomes small as compared with the combustion pressure obtained by the usual no-load running, for example, a Taki telescopic internal combustion engine has it, it may be unable to overcome the compression pressure of the gas column in other compression strokes, and may be unable to depress a piston. If it is in such a condition, since a piston cannot exceed a top dead center in the gas column in a compression stroke, it cannot be said as what can guarantee an internal combustion engine's positive starting any longer. The room of the part which is performing cranking by the starter motor from an internal combustion engine's idle state by the start method which injects a fuel on the other hand after performing cranking of 1 - 3 rotation degree, and still power-saving is large.

[0005] Then, this invention offers the starting system of the injection mold internal combustion engine in a cylinder which can also hold down consumption of power to the minimum while collateralizing the certainty of starting in an internal combustion engine.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Although starting system (claim 1) of an injection mold internal combustion engine in a cylinder of this invention puts an internal combustion engine into operation by detecting a gas column which is in an expansion stroke after operation of an internal combustion engine has stopped, injecting a fuel in that gas column, and making combustion occur, it shall control actuation of a motor for cranking according to that starting condition at this time.

[0007] If it can be made to detonate completely only by the combustion pressure when combustion is made to occur in a gas column which is in an expansion stroke by an internal combustion engine's idle state as mentioned above, it may happen, also when starting becomes imperfect with lack of combustion pressure. For this reason, especially if a starting condition is a success (high-order detonation) in control of a motor, it is not necessary to operate a motor, on the other hand, when a starting condition is imperfect, a motor is operated, and starting is ensured by adding cranking. In addition, since cranking by starting system of this invention assists force in which combustion gas depresses a piston, as compared with cranking from the perfect idle state, its power used is very small.

[0008] Moreover, in the case of an injection mold internal combustion engine in a cylinder carried in vehicles, starting system (claim 2) of this invention detects operational status of vehicles, and when a predetermined condition precedent is satisfied based on the operational status, it suspends operation of an internal combustion engine automatically. When stopping operation automatically, especially starting system of this invention detects a gas column in an expansion stroke, and injects a fuel in the gas column. Then, if predetermined starting conditions are satisfied based on operational status, while making combustion occur within a gas column in that expansion stroke and starting an internal combustion engine automatically, actuation of a motor is controlled according to that starting condition.

[0009] As mentioned above, if a fuel is injected in a gas column in an expansion stroke when operation of an internal combustion engine is suspended automatically, prompt starting will be attained only by lighting, when starting conditions are satisfied after this. If it has detonated completely only by combustion pressure by this ignition, it is not necessary to operate a motor, and only by combustion pressure, when a starting condition becomes imperfect, starting more positive than operate a motor and adding cranking is attained.

[0010] Furthermore, to starting system of an injection mold internal combustion engine in a cylinder of this invention, an adjustable valve timing device about an exhaust valve and its valve-opening control means can be included further (claim 3), and the valve-opening control means is controllable in order to delay a valve-opening stage of an exhaust valve about a gas column which is in an expansion stroke at least. In this case, it is controlling valve opening of an exhaust valve until a piston of a gas column in an expansion stroke reaches a bottom dead point, and efficient expansion work of combustion gas is promoted.

[0011]

[Embodiment of the Invention] As 1 operation gestalt of this invention, the starting system of the injection mold internal combustion engine in a cylinder carried in vehicles is explained. However, the use of the internal combustion engine with which this invention is applied is not limited to vehicles. If drawing 1 is referred to, the engine 1 which is the internal combustion engine of the injection mold in a cylinder is equipped with the fuel injection valve 4 which can inject a direct fuel in the cylinder 2, i.e., a combustion chamber. Moreover, it has the layout of the serial 4-cylinder mold which sees an engine 1 by the crank angle and explodes at equal intervals for every 180-degreeCA, and the fuel injection valve 4 and the ignition plug 6 are formed in each gas column of the.

[0012] Electronics control of the stage of the fuel injection to each gas column and ignition is carried out with the electronic control unit (ECU) 8, and, specifically, the fuel injection valve 4 and ignition plug 6 which were mentioned above operate based on the injection pulse signal or ignition signal outputted from ECU8. The crank angle sensor 10 and the cam angle sensor 12 are attached in the engine 1, and since ECU8 judges injection and ignition timing proper, it can perform data processing using the crank angle signal inputted from the crank angle sensor 10. Moreover, ECU8 distinguishes the gas column in a compression stroke, and controls fuel injection and ignition timing by operation mode which can distinguish the gas column which is in a specific stroke using the cam angle signal inputted from the

cam angle sensor 12 in addition to a crank angle signal, for example, injects a fuel by the compression stroke.

[0013] Furthermore, using the function of gas column distinction mentioned above, ECU8 can detect the gas column in an expansion stroke, when an engine 1 suspends operation, and it can memorize the detected gas column (gas column detection means). The starter 14 for cranking (motor) is attached to the engine 1, for example, this starter 14 can engage and drive a pinion 16 to the ring wheel formed in the periphery of a flywheel 18, and cranking of the engine 1 can be carried out. In addition, a pinion 16 may be a type which always gears with a ring wheel.

[0014] Moreover, the vane (not shown) of equiangular width of face is formed in the hoop direction at intervals of the fixed angle, equally (for example, 30 degrees), on the periphery of a flywheel 18, only the angle (for example, 15 degrees) of the one half shifts a phase mutually, and two piston position sensors 20 are arranged by the angle width of face and its attachment gap of these vanes at it. With passage of each vane, these pistons position sensor 20 can form the signal of ON or OFF, and can input it into ECU8.

[0015] When an engine 1 suspends operation, it can detect in which location (degreeATDC, **BTDC) at counting the standup and falling of ON/OFF signal, for every gas column, the piston 22 saw ECU8 by the crank angle, and stopped it just before that. In addition, according to the observation which the artificer of this invention etc. performed, the property of the piston 22 of the gas column which is usually in an expansion stroke with the engine 1 of a 4-cylinder mold, for example from balance of the cylinder internal pressure of a compression gas column and an expansion gas column that the frequency stopped in the location near the 100-degreeATDC is high is clear.

[0016] In addition to this, the engine 1 is equipped with the adjustable valve timing device 26 whose modification of the valve-opening stage of an exhaust valve 24 is enabled. this adjustable valve timing device 26 carries out displacement of the phase of a cam shaft (neither is illustrated) for example, using a hydraulic actuator -- making -- predetermined within the limits -- a valve-opening stage -- a lag -- or a tooth lead angle can be carried out. The feeding-and-discarding way of actuation oil pressure is connected to the hydraulic actuator of the adjustable valve timing device 26 through the oil control valve 28, and the oil control valve 28 can switch the direction of feeding and discarding of the actuation oil pressure to a hydraulic actuator, and can make the actuation to the direction of a lag, or the direction of a tooth lead angle perform. Moreover, concrete actuation of the oil control valve 28 is realizable with switch control of the spool location which used the solenoid, and ECU8 is outputting the rate of control duty to the solenoid, and has the function to perform the lag of a valve-opening stage, or tooth-lead-angle control concretely.

[0017] Moreover, information, such as a clutch position signal showing treading in or discharge of the vehicle speed signal which can collect information from various kinds of sensors since the operational status of vehicles is detected, for example, is inputted from a speed sensor, the shift-position signal inputted from a shift-position sensor, and the clutch pedal inputted from a clutch location sensor, can input ECU8 into ECU8 (operational status detection means).

[0018] Although the above is 1 operation gestalt at the time of applying the starting system of this invention to the engine 1 for vehicles, the starting system of this invention has other configurations about the control function of ECU8 further.

[0019]

[Example] A concrete example is given to below and starting of the engine 1 using the starting system of this invention is explained to details. Moreover, the concrete configuration of others concerning the starting system of this invention also becomes clear through the following explanation. Drawing 2 shows the flow chart of the starting control routine which ECU8 should perform, and ECU8 performs starting control of an engine 1 in the procedure in alignment with this flow. The flow of drawing 2 is positioned as a Maine control routine after operation of an engine 1 was suspended, and contains two subroutines R1 and R2 in the middle of the step.

[0020] In this example, automatic idle halt / starting system is built into ECU8, and ECU8 can judge formation of a predetermined condition precedent and starting conditions based on the operational status

of the vehicles mentioned above. For example, when a shift position has the vehicle speed neutrally by 0 and treading in of clutch pedal is canceled, ECU8 judges with formation of a condition precedent. When a condition precedent is satisfied, ECU8 stops fuel injection and ignition, and stops an engine 1 automatically. In addition, it is also possible to carry out the current update of the parameter which should be detected, and to use these for the judgment of a condition precedent.

[0021] ECU8 operates the adjustable valve timing device 26 further mentioned above when suspending operation of an engine 1, and sets the valve-opening stage of an exhaust valve 24 to the lag side (valve-opening control means). In addition, when a hydraulic actuator can operate certainly, you may carry out after a halt of an engine 1. When automatic stay of such an engine 1 is performed, or when an operator turns OFF an ignition switch, ECU8 starts activation of the starting control routine of drawing 2.

[0022] First, when it judges whether the rotational speed of an engine 1 became below the predetermined value N_{e0} (for example, 30rpm, min-1) in step S1 and this judgment is materialized (Yes), ECU8 regards it as what the engine 1 stopped, and progresses to step S2. At step S2, ECU8 judges whether the predetermined timer after a halt has stopped the count (= 0), when having stopped, progresses to step S3 and starts actuation of the timer after a halt. In addition, an after [this halt] timer and various kinds of timers mentioned later can be incorporated for example, in ECU8, and can count elapsed time with that starting.

[0023] In the following step S4, ECU8 judges whether the predetermined timer after injection has stopped the count (= 0). Since the timer after this injection is not yet operating after suspending operation of an engine 1, ECU8 progresses to the following step S5, and judges formation of starting conditions. The input of the automatic starting conditions after performing automatic stay mentioned above as this starting condition, and the ON signal of an ignition switch is assumed. In addition, the starting conditions in automatic idle halt / starting control are satisfied, when it gets into clutch pedal in this condition on the assumption that there is a shift position neutrally.

[0024] Since it is thought that it is necessary to start an engine 1 immediately when formation of starting conditions is judged at this time (Yes), ECU8 bypasses a subroutine R1, progresses to step S11, operates a starter 14 immediately, and starts cranking. This is for satisfying a quick starting demand after a halt of an engine 1. On the other hand, if immediate starting conditions are not satisfied at step S5, it progresses to the subroutine R1 for (No) and halt after treatment.

[0025] Drawing 3 shows the details of subroutines R1 and R2 mentioned above. If ECU8 progresses to a subroutine R1 from step S5 of a main routine, it will judge whether predetermined time has passed after a halt of an engine 1 at step S6. If this judgment can be made from the count of the timer after a halt mentioned above and predetermined time has not passed, (No) ECU8 carries out the return of the main routine, and before that progress repeats the above-mentioned processing (steps S1-S6). In addition, since the timer after a halt has already operated, in the case of a repeat, step S3 is bypassed.

[0026] If progress of predetermined time is accepted at step S6 (Yes), ECU8 will order it fuel injection to the gas column which progressed to step S7 and has stopped by the expansion stroke, and will start actuation of the timer after injection at step S8. In addition, since ECU8 has already detected the gas column in an expansion stroke at this time, an injection signal is supplied to the fuel injection valve 4 corresponding to that gas column, and a fuel is actually injected (injection control means). More preferably, ECU8 can calculate the air content in a cylinder correctly from the detected piston location, and can carry out metering of the fuel which should be injected appropriately.

[0027] although ECU8 judges whether predetermined time passed after ignition in the following step S9, since it is not yet lighting at this time -- (No) -- the return of the main routine is carried out as it is. Then, if ECU8 returns to a main routine, since the injection timer has already operated, it will progress to step S12 from step S4. At step S12, it judges again whether starting conditions are satisfied, and the loop to the above-mentioned step S1 - step S12 (S1, S2, S4, S12) is only repeated until starting conditions are satisfied.

[0028] Then, ECU8 progresses to the subroutine R2 for starting processing only after starting conditions are satisfied. In a subroutine R2, ECU8 judges whether predetermined time passed after injection of a fuel at step S13. This predetermined time can be set up as a duration for ensuring that evaporation after

injection of a fuel. When this predetermined time has not passed, (No) and ECU8 end a subroutine R2, progress to step S11 of a main routine, and perform cranking by the starter 14. Decision at such a step S13 is for expecting the evaporation time amount of a fuel and preventing a flame failure beforehand. [0029] When it is admitted that predetermined time has passed at step S13 (Yes), it progresses to step S14, and it judges whether ignition was performed or not from the counted value of the timer after ignition. At this time, it is counted value =0, and since it can be judged as ignition before, ECU8 progresses to step S15, and orders it ignition. This command is made to the gas column in the expansion stroke which already injected the fuel, and an ignition signal is specifically outputted to an ignition plug 6. In addition, if it takes into consideration that cylinder internal pressure is falling by halt of operation, in order to secure sufficient heat energy for ignition at this time, it is desirable to perform multiplex ignition.

[0030] Next, it judges whether ECU8 started actuation of the timer after ignition at step S16, it progressed to step S9, and predetermined time passed after ignition. (No) and ECU8 carry out the return of the main routine, go into a subroutine R2 from step S12 again, bypass steps S15 and S16, and repeat decision of step S9 until this predetermined time passes (step S14= No).

[0031] If it judges that predetermined time passed after ignition, ECU8 will judge whether the engine speed is over the predetermined value Nes at step S10. This predetermined value Nes is set up as a threshold for judging whether starting of an engine 1 was successful, and it judges as that whose starting condition is a success if the rotational speed of an engine 1 is over this predetermined value Nes, and on the other hand, if ECU8 is below the predetermined value Nes, it can judge it as what is in an imperfect starting condition.

[0032] In addition, although not clearly shown by the flow chart of drawing 2, if a piston 22 begins to move by step S15 after ignition, ECU8 will order it injection also about the gas column which is in a compression stroke then, and will order it ignition further in the top dead center. An engine 1 starts without complete explosion's happening in the gas column which suited the compression stroke, and performing the usual cranking by this, at the time of a halt of an engine 1.

[0033] As a result of judging a starting condition, when imperfect, (No) ends a subroutine R2, and return and ECU8 progress to step S11 at a main routine, and it operates a starter 14. On the other hand, when a judgment result is a success (Yes), since ECU8 carries out the return of the main routine, a starter 14 does not operate. Even if it is in the case of which [above], when an engine 1 starts and rotational speed exceeds the predetermined value Nes, ECU8 resets various kinds of timers which shifted to step S17 and were mentioned above from step S1 of a main routine, respectively, and ends activation of a starting control routine.

[0034] By performing the starting control routine mentioned above, when putting an engine 1 into operation, in the gas column in an expansion stroke, ECU8 makes combustion occur and starts an engine 1 (starting means). At this time, ECU8 controls actuation of a starter 14 according to the judgment result in step S11, i.e., the starting condition of an engine 1, (motor control means).

[0035] Therefore, when it succeeds in starting only by the combustion pressure in the gas column in an expansion stroke according to the starting system of this example, starting of an engine 1 is performed, without operating a starter 14. On the other hand, only by the combustion pressure in a gas column, when starting becomes imperfect, cranking by the starter 14 can be added auxiliary, for example, and starting of an engine 1 is attained only with the minimum power used. This assistance does not require excessive torque like cranking which it is only sufficient for to carry out to the degree to which the gas column in a compression stroke exceeds a top dead center, and is performed by the usual idle state. In addition, although the starting condition is judged from the engine speed in the one example, you may judge using other detection parameters.

[0036] Moreover, as mentioned above, if the valve-opening stage of an exhaust valve 24 is beforehand set to the lag side, while the piston 22 is depressed by the expansion stroke, an exhaust valve 24 can be closed, and the sudden fall of the combustion pressure in the inside of the expansion stroke will be prevented. Efficient expansion work of combustion gas can be promoted by this, and it can contribute to a success of starting only by combustion pressure.

[0037] Although idle stop vehicles are used in the above-mentioned example, you may be the vehicles (for example, hybrid vehicles) which suspend and start an engine automatically. Moreover, although actuation of automatic idle halt / starting control system of vehicles is doubled and explained, the starting system of this invention does not necessarily require coordination with such a control system about the engine 1 for vehicles. When making it restart after it follows, for example, the operator of vehicles stops an engine 1, the starting control routine mentioned above can be performed independently, and an engine 1 can be put into operation.

[0038] The operation gestalt of this invention is not restricted to the engine 1 mentioned as an example, but may have other cylinder layouts, and may be a single-cylinder mold. Moreover, it cannot be overemphasized that replacement is suitably possible in the configuration of a concrete member or components in other desirable modes about the operation gestalt of this invention.

[0039]

[Effect of the Invention] The starting system (claim 1) of the injection mold internal combustion engine in a cylinder of this invention makes an internal combustion engine's starting a positive thing for a short time. Moreover, large power saving becomes possible by using the motor only for starting fail-safe. Moreover, since the starting system (claim 2) of the injection mold internal combustion engine in a cylinder of this invention guarantees the quick nature and certainty of starting, it can cooperate with automatic-stay / starting control of the internal combustion engine carried in vehicles suitably, and it contributes also to the purpose achievement of the fuel consumption reduction greatly.

[0040] Furthermore, if the starting system of this invention includes the configuration about valve-opening control (claim 3), can be rationally assisted with an internal combustion engine's starting by the work.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a rough block diagram showing 1 operation gestalt about the starting system of this invention.

[Drawing 2] It is the flow chart of the starting control routine performed as one example by the starting system of this invention.

[Drawing 3] It is the flow chart which showed the contents of the subroutine concretely among the flow chart of drawing 2 .

[Description of Notations]

- 1 Engine
- 2 Combustion Chamber
- 4 Fuel Injection Valve
- 6 Ignition Plug
- 8 Electronic Control Unit (ECU)
- 10 Crank Angle Sensor
- 12 Cam Angle Sensor
- 14 Starter (Motor)
- 24 Exhaust Valve
- 26 Adjustable Valve Timing Device

[Translation done.]

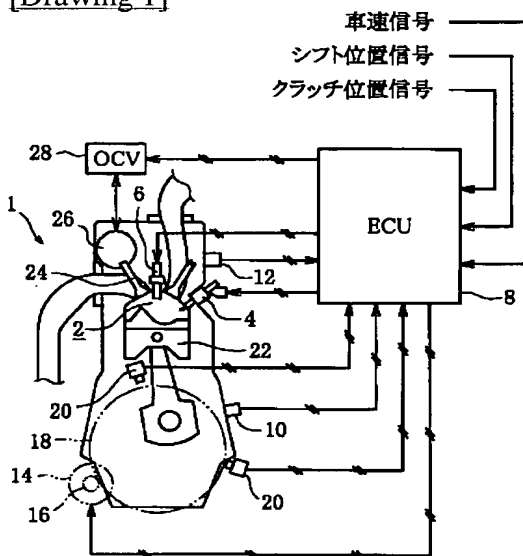
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

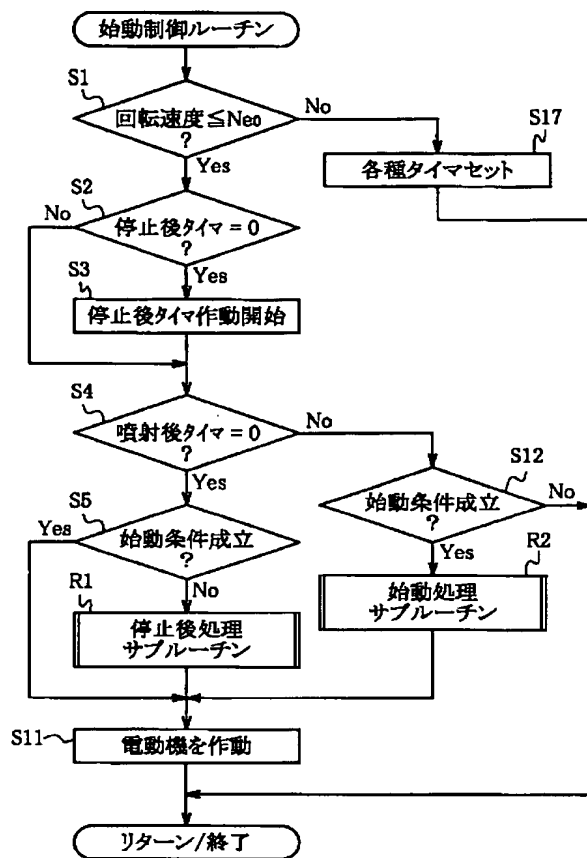
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

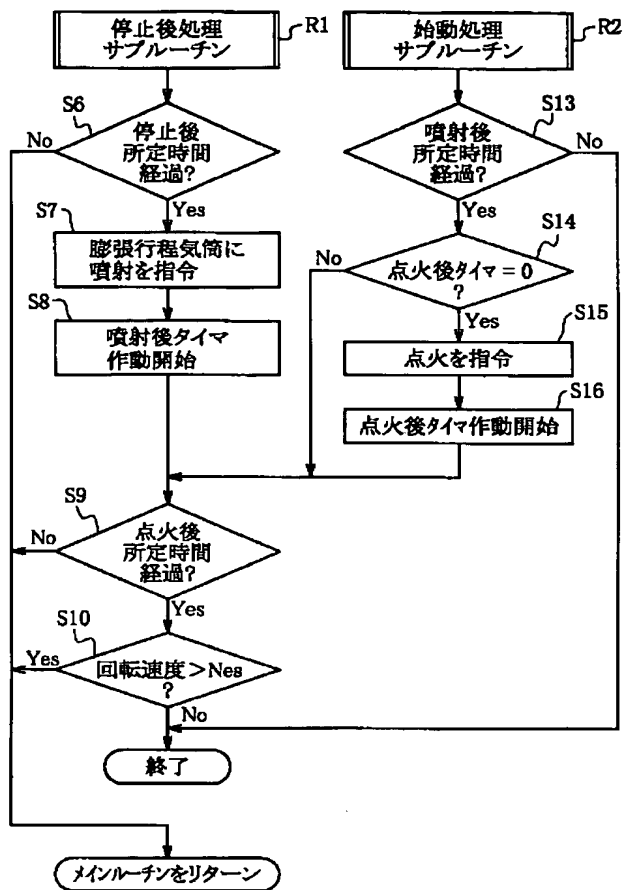
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]